

가상화와 컴퓨터 네트워크의 활용 - 7 : 활용 사례 - (1)

최영락 휴레이포지티브 선임연구원 & OVNC 기술매니저

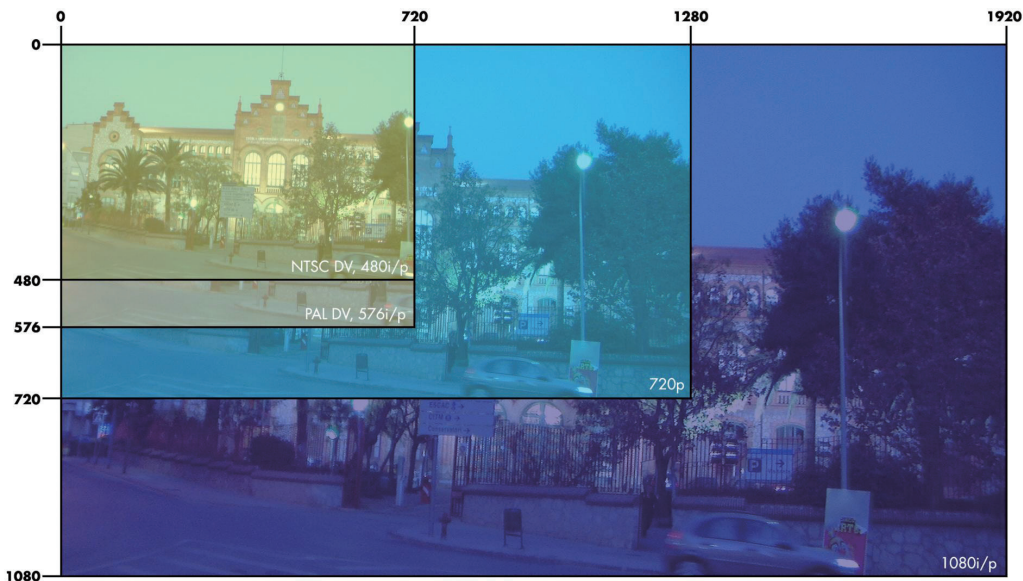
- 연재 목록 -

- | | |
|------------------------|-----------------------|
| 1. 가상화와 데이터센터 | 6. 네트워크 스토리지 기술 - (2) |
| 2. 데이터센터 네트워크 구성 - (1) | 7. 활용 사례 - (1) |
| 3. 데이터센터 네트워크 구성 - (2) | 8. 활용 사례 - (2) |
| 4. 가상화와 네트워크 스토리지 | 9. 활용 사례 - (3) |
| 5. 네트워크 스토리지 기술 - (1) | |

지난 연재까지는 가상화와 컴퓨터 네트워크를 이해하는데 필요한 내용을 위주로 하여 가상화와 데이터 센터, 그리고 네트워크 스토리지를 중심으로 여러 기술들을 살펴보았습니다. 이번 연재부터는 방송 관련 분야에서 가상화 또는 컴퓨터 네트워크를 활용하는 사례들을 중심으로 관련 기술들이 어떻게 사용되는지를 다룰 예정입니다. 이번 연재에서는 방송 인코딩 및 전송을 중심으로 네트워크와 클라우드 컴퓨팅이 활용된 부분을 중심으로 살펴보려고 합니다.

디지털 방송에서 필요한 네트워크 대역폭

방송에서 가상화 또는 컴퓨터 네트워크를 활용하고자 할 때는 디지털 방송 자료를 기반으로 하여 자체 시스템 및 방송 송출까지가 이루어지는 경우일 것입니다. 방송 데이터를 디지털로 저장하기 위해서는 먼저, 방송용 카메라나 캠코더로 촬영한 원본을 디지털화 하여 방송국 내 스토리지에 저장하는 과정이 필요합니다. 이렇게 저장된 디지털 원본은 여러 서버들을 통해 편집 및 인코딩이 이루어진 후에 송출을 거쳐 시청자에게 전달될 것입니다. 기존 아날로그TV에서는 아날로그 형태로 파형을 실어 송출을 하는데, 이때 외부 노이즈에 의한 간섭 등으로 파형이 훼손되면 잔상이 생기는 것과 같은 노이즈가 수신 측 화면에 그대로 나타나는 단점이 있었습



[그림 1] 디지털 TV 비디오 해상도 (단위 : 화소, 출처 : 위키미디어)

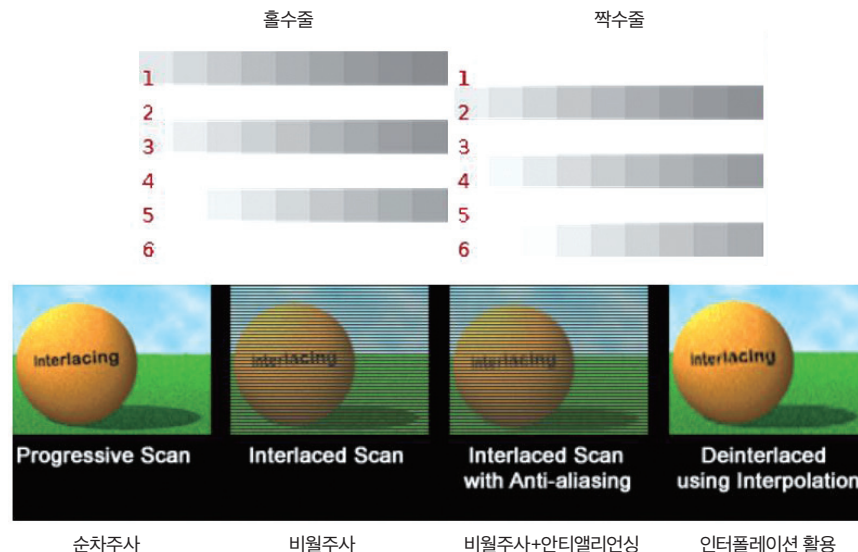
니다. 반면, 디지털TV에서는 미리 주고받는 디지털 신호 규격을 정한 후, 해당 디지털 신호 규격을 수용 가능한 네트워크 설비를 통해 전달받는 식으로 이루어집니다. 디지털TV가 아날로그 TV와 비교했을 때 깨끗한 품질을 제공할 수 있는 큰 이유로는 네트워크 대역폭 내에서 방송 신호를 일정 단위로 전달하기에, 수신 측에서 손실되거나 깨지더라도 해당 단위에 대해 디지털 계산을 수행하여 오류 확인이나 복원이 가능하며, 심지어는 해당 단위에 대해서만 재송신을 요청할 수도 있다는 데 있습니다.

디지털TV에 대한 규격은 여러 가지가 있지만, 그중 화면을 기준으로 한, 화질 및 영상 규격은 SDTV와 HDTV, 그리고 UHDTV 등이 있습니다. 디지털TV는 픽셀(화소) 단위로 화면을 나타내는데, 가로×세로로 하여 각각 몇 개의 점을 표시하는지에 대한 식으로 화면 규격을 표현합니다. 그리고 각 점에 대해서는 어떤 색상인지에 대한 색상 정보를 필요로 합니다. 이러한 1개의 화면 단위를 프레임이라고 하며, 사람 눈에 의해 영상으로 보이기 위해서는 1초 당 30개의 프레임 정도는 적어도 있어야 합니다. 1초당 프레임이 더 많을수록 영상이 깨끗해 보일 것입니다. [그림 1]은 화소(픽셀) 단위로 표현된 디지털TV의 화면 크기를 나타내며, [표 1]은 아날로그와 SDTV, HDTV, UHDTV에 대한 화면 규격을 나타낸 것입니다.

구분		유효화소수	화면비 (가로:세로)	프레임(Hz)
아날로그	NTSC (미국)	525라인 (640×480과 유사)	4:3	60Hz (비월주사)
	SDTV	640×480 720×480	4:3 16:9/4:3	60i / 60p / 30p / 24p
디지털	HDTV	1280×720 1920×1080	16:9 16:9	
		UHDTV (4K) UHDTV (8K)	3840×2160 7680×4320	
			16:9 16:9	60Hz (순차주사)

[표 1] 아날로그 & 디지털 TV 화면 규격

[표 1]에 보면 60i와 60p가 있는데 i와 p는 각각 아날로그에서 사용하던 비월주사(interlaced scanning)와 순차주사(progressive scanning) 방식에서 유래되었습니다. 비월주사 방식은 하나의 영상을 홀수와 짝수 가로줄로 나누어 번갈아가며 표시하기에, 깜빡임이 다소 있으나 필요로 하는 대역폭이 적어진다는 장점이 있습니다. [그림 2]는 비월주사 및 순차주사 방식을 보여주고 있습니다.



[그림 2] 순차주사와 비월주사 / 출처 : 위키피디아

이러한 디지털 데이터를 시청자에게 전달하기 위해서는 네트워크에서 디지털 데이터가 전송되는 과정을 거쳐야 합니다. 전송이 가능한지를 확인하기 위해 보통은 네트워크 대역폭(Bandwidth)이라는 용어를 사용하는데, 네트워크 회선 및 네트워크 장비들이 각 디지털 화면 규격에 따른 네트워크 대역폭을 수용할 수 있어야 합니다. 네트워크로 전송하기 위해서는 네트워크 대역폭을 한 번 간단히 계산해 봅시다. 실제 디지털 방송 규격에서는 1개의 픽셀에 대한 색 정보를 YUV 또는 Y/CbCr로 표현하지만, 여기서는 단순히 RGB를 기준으로 계산해 보겠습니다.

RGB는 빛의 삼원색을 기준으로 빨강, 녹색, 파랑의 수치를 각각 0~255로 표현하는데, 이를 디지털의 최소 단위인 비트로 환산하면 각 색상에 대해 8비트씩, 총 24비트를 필요로 합니다. (실제로 방송에서는 10비트나 12비트 단위로 전송하는 것이 일반적이는데, 여기서는 단순히 8비트로 계산해 보겠습니다.) SDTV급(640×480)의 화질을 압축하지 않고 초당 30프레임을 디지털 신호 그대로 전송할 때 필요로 하는 대역폭은 다음과 같이 계산을 합니다.

- 1픽셀에 대한 색상을 표현하기 위한 필요 비트: 24비트 (3바이트)
- 디지털 SDTV 해상도: 640×480
- 1초를 재생하기 위해 필요한 프레임 수: 30
- 필요한 대역폭 : $(640 \times 480 \times 24 \times 30) / 8 = 27,640,000$ 바이트(초당) $\approx$ 약 27MBps

최근 가정에서 쓰는 인터넷은 기가급 인터넷이라고 이야기하는데, 이 기가급 인터넷 속도는 1Gbps에 해당합니다. Bps와 bps가 표현하는 단위가 서로 다르기에, 단위를 살펴볼 때 주의해야 합니다. 대문자 B를 사용하는 Bps는 Byte per second의 약자로, 초당 몇 바이트를 전송하는지를 의미하며, 소문자 b를 사용하는 bps는 bit per second의 약자로, 초당 몇 비트를 전송하는지를 의미합니다. 1바이트는 8비트에 해당하므로, Bps 값에서 8을 곱하면 bps 값이 되며, bps 값에서 8로 나누면 Bps 값이 됩니다. 즉, 1Gbps의 기가급 인터넷 속도는 약 128MBps로, 위 SDTV 디지털 신호에 대해서는 압축을 하지 않고도 전송이 가능함을 의미합니다. (참고로, pps라는 단위도 있는데, 이는 packet per second의 약자로, 네트워크 장비에서는 패킷 단위로 초당 얼마나 처리할 수 있는지가 성능을 결정하는 지표로 볼 수 있어 pps 단위를 언급하는 경우가 많습니다.)

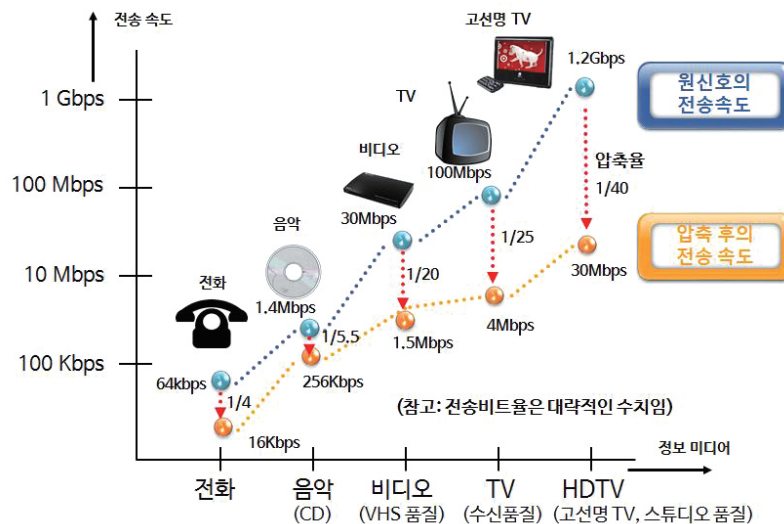
[표 2]는 1080p의 HDTV 화질 및 4K, 8K에 대한 UHDTV 화질을 압축하지 않고 전송하는데 필요한 네트워크 대역폭을 나타냅니다. 1080p에 해당하는 HDTV급 화질만 하더라도 압축하지 않았을 때는 가정용 기가급 인터넷에서 수용할 수 없는 1.16Gbps를 필

	해상도	프레임	화소(Pixel) 당 비트 수		bps	Gbps
HD	1920×1080	30	20	Y/CbCr 4:2:2 각 10비트	1,244,160,000	1.16
			20	Y/CbCr 4:2:2 각 10비트	4,976,640,000	4.63
			24	Y/CbCr 4:2:2 각 12비트	5,971,968,000	5.56
		30	30	RGB 4:4:4 각 10비트	7,464,960,000	6.95
			36	RGB 4:4:4 각 12비트	8,957,950,000	8.34
4K	3840×2160		20	Y/CbCr 4:2:2 각 10비트	9,953,280,000	9.27
			24	Y/CbCr 4:2:2 각 12비트	11,943,936,000	11.12
		60	30	RGB 4:4:4 각 10비트	14,929,920,000	13.90
			36	RGB 4:4:4 각 12비트	17,915,904,000	16.69
			20	Y/CbCr 4:2:2 각 10비트	39,813,120,000	37.08
8K	7680×4320	60	24	Y/CbCr 4:2:2 각 12비트	47,775,744,000	44.49
			30	RGB 4:4:4 각 10비트	59,719,680,000	55.62
			36	RGB 4:4:4 각 12비트	71,663,616,000	66.74

[표 2] HDTV & UHDTV 비압축 비디오 데이터 전송을 위한 대역폭 / 출처 : 지상파 UHDTV 실험방송 현황, 2012. 11.

요로 합니다. 따라서 실제 전송할 때에는 디지털 신호를 압축하여 전송하며, 수신 측에서는 압축된 디지털 신호를 해석하는 과정이 필요합니다. 이를 각각 인코딩(Encoding), 디코딩(Decoding)이라 하는데 압축 방식 및 전체 컬러 데이터 중에서 압축에 사용하는 컬러만을 샘플링하는 크로마 포맷(Chroma Format)에 따라 압축률에 있어 많은 차이가 납니다.

1280×720 해상도의 HDTV 급 화질을 MPEG-2 압축기술을 활용해 전송하는데 필요로 하는 대역폭은 13Mbps 정도로 계산되며, 1920×1080 해상도의 HDTV 급 화질을 과거 비월주사 방식을 활용해 프레임을 홀/짝으로 전송하는 1080i 신호를 전송할 때는 19Mbps 정도의 대역폭을 필요로 합니다. 압축기술 종류만 하더라도 MPEG-2 이외에 H.264, HEVC 등 여러 가지가 있으며 이에 따라 필요로 하는 대역폭이 달라집니다.



[그림 3] 압축 전/후에 따른 전송 대역폭 비교 / 출처 : 교통분야 디지털 CCTV 가이드라인, 강윤원, 2012

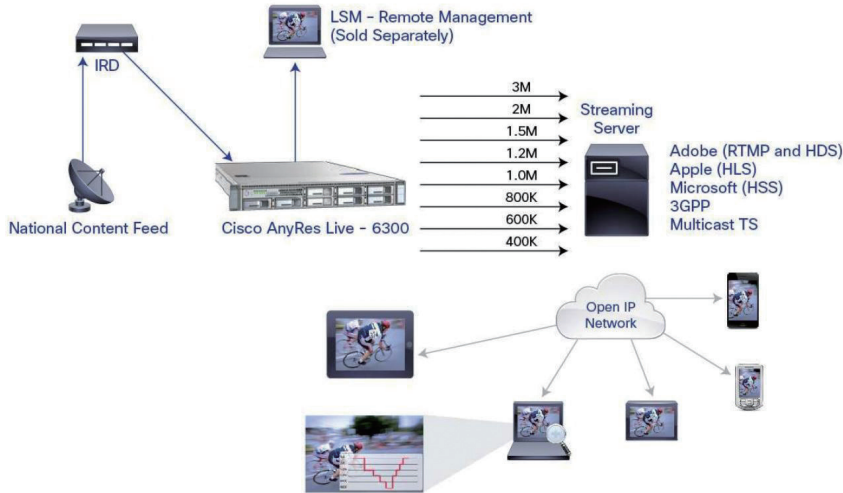
가상화와 인코딩 & 디코딩

디지털을 기반으로 한 방송이 이루어질 때, 품질에 영향을 미칠 수 있는 요소는 크게 다음과 같이 구분됩니다.

- 방송 소스 품질 손상 : 카메라로부터 찍은 원본에 손상
- 인코딩/트랜스코딩 손상 : 동영상 압축에 따른 손상 및 이에 걸리는 시간에 따른 딜레이
- 네트워크 손상 : 네트워크로 인한 전송 오류, 네트워크 전송 및 처리에 따른 딜레이
- 디코딩/CPE에서의 손상 : 시청자 단에 있는 CPE (고객 태내 장치, Customer-Premises Equipment)에서의 손상 및 딜레이

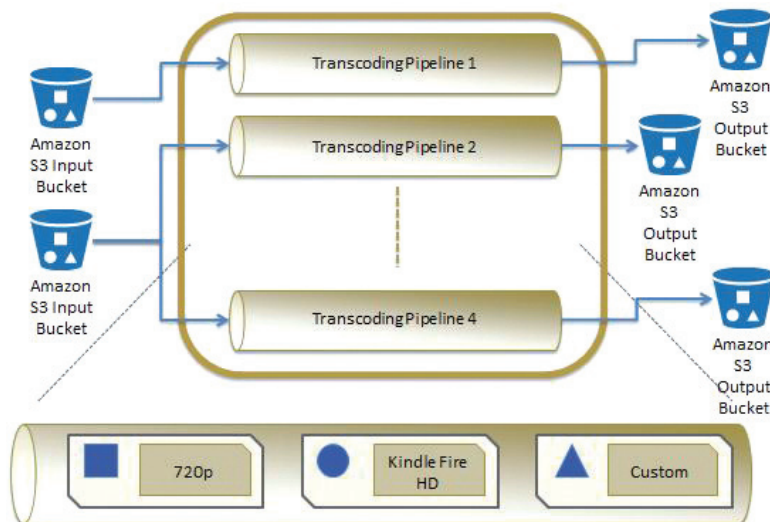
이와 같이 품질에 영향을 미치는 요소들을 요즘에는 (특히, IPTV 분야) QoE(체감 품질, Quality of Experience)라고 정의하며, 이를 확인하기 위해 사용자의 피드백 또한 활용하고 있습니다. 이러한 품질을 개선하기 위해 네트워크 부분에서는 일정 전송 대역폭을 보장하기 위한 장비를 설비하는데, 이때 네트워크에서 일정 전송 대역폭을 보장하는 것을 QoS(서비스 품질, Quality of Service)라고 합니다. 네트워크에서 QoS 장비를 사용하면, 다른 네트워크 데이터보다 방송 데이터에 우선순위를 두어 해당 방송 트래픽이 항상 높은 우선순위를 가지고 전송을 시키는 것이 가능해집니다. 최근에는 특히 N-스크린 시대로 오면서 인코딩/트랜스코딩 부분에 대한 품질이 고려되고 있습니다. 품질에 최대한 적게 영향을 주는 손실이 적은 고효율 압축을 사용해야 인코딩/트랜스코딩에서의 품질 손실이 적어지며, 고성능 인코딩 장비를 사용해야 인코딩에 따른 딜레이가 적어집니다.

여기서 트랜스코딩이라는 단어가 언급되는데, 트랜스코딩이란 단일 콘텐츠를 여러 네트워크, 해상도, 프로세서 성능, 사용자 인터페이스 등에서 공통으로 사용될 수 있도록 원본은 하나이나 여러 유형으로 인코딩된 동영상 결과를 만드는 과정을 의미합니다. 특히 오늘날과 같이 하나의 콘텐츠를 텔레비전뿐만 아니라, 스마트폰, 스마트패드와 같은 장비에서도 시청 가능한 N-스크린 시대에서는 인코딩의 성능뿐만 아니라 트랜스코딩 성능 또한 품질에 영향을 미칩니다. [그림 4]는 인코딩/트랜스코딩을 위한 플랫폼을 구성하고자 할 때의 예시입니다.

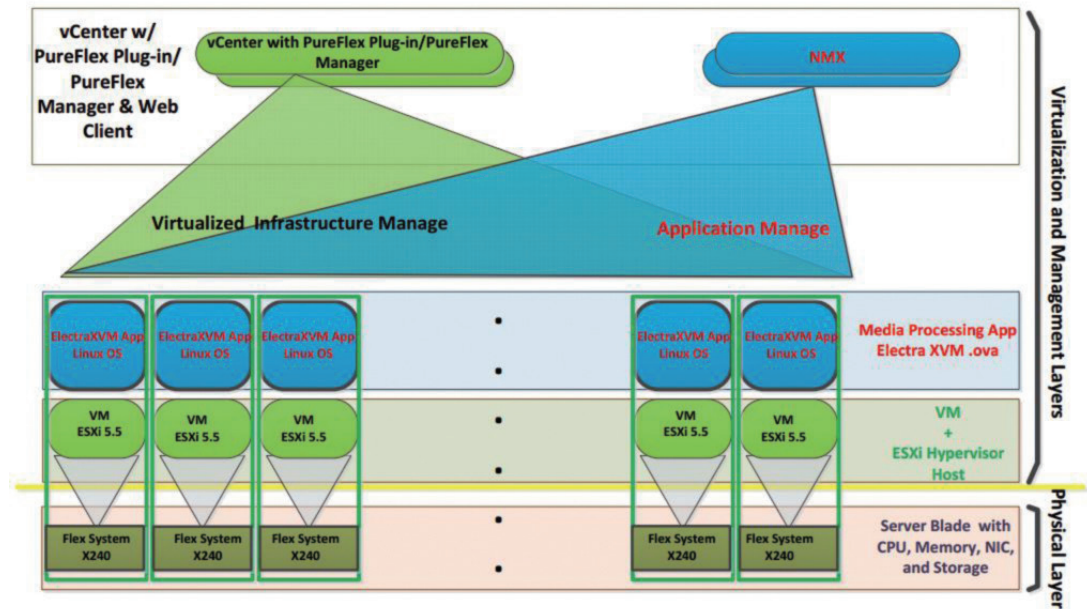


[그림 4] 인코딩/트랜스코딩을 위한 플랫폼 예시 / 출처 : Cisco 데이터시트

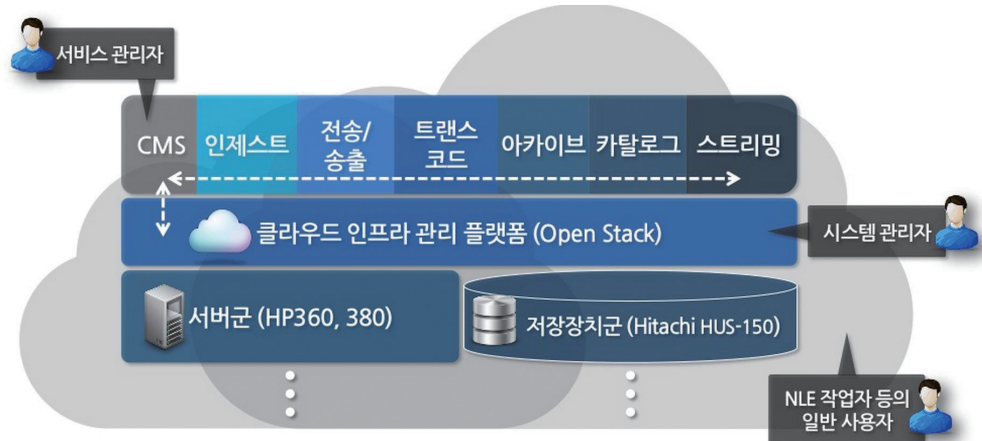
최근에는 가상화 및 클라우드를 활용하여 인코딩/트랜스코딩을 수행하고자 하는 움직임도 있습니다. 누구나 가입하여 사용하는 공용 클라우드에 해당하는 아마존(Amazon)에서는 2013년 Amazon Elastic Transcoder를 선보여 아마존 클라우드 내에서 트랜스코딩을 가능하도록 하는 기능을 제공합니다[그림 5]. 장비를 구입하지 않고도 트랜스코딩을 사용한 만큼 가격을 지불하는 식으로 해당 기능을 사용 가능합니다. 반면, 사설 클라우드 환경에서 가상화 기술을 기반으로 비디오와 관련된 여러 처리를 가능하게 하는 시스템 또한 있습니다. [그림 6]은 이에 대한 상용 플랫폼의 예시로, VMware ESXi로 가상화 인프라를 구축하고 IBM PureFlex 및 Electra XVM을 사용한 예시입니다.



[그림 5] Amazon Elastic Transcoder / 출처 : Amazon AWS



[그림 6] IBM PureFlex + Electra XVM 예시 / 출처 : ibm.com



[그림 7] 오픈스택과 방송제작시스템 : KBS World 채널 NCPS 구축 사례 / 출처 : OpenStack Day in Korea 2015, KBS 방송시설국 임태현 감독 발표

올해 2월에는, KBS에서 오픈소스를 기반으로 방송 제작 시스템의 플로우를 결합하여 가상화 및 클라우드 관리 오픈소스 플랫폼인 오픈스택(OpenStack)을 활용한 사례가 국내 한 오픈소스 커뮤니티 행사에서 발표되었습니다. 인코딩/트랜스코딩 분야에만 가상화 및 클라우드를 활용하는 데 한정 짓지 않고 전체적인 자막, 영상, 편집, 제작 체계를 반영하여 효율적으로 구축하였다고 합니다. 점차 발전하는 가상화 및 네트워크 기술을 빠르게 수용하여 보다 효율적인 활용이 이루어지기를 기대해 봅니다.

이와 같이 이번 연재에서는 디지털 방송에서 필요로하는 네트워크와 관련된 부분을 먼저 살펴보고, 방송 인코딩 및 트랜스코딩 품질을 개선하기 위해 가상화 / 클라우드를 활용하는 사례를 살펴보았습니다.

다음 연재에서는 네트워크 가상화와 관련되어 활용된 방송 관련 분야에서의 사례를 위주로 살펴볼 예정입니다. ☞